

УДК 631.171

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА AIDOS ДЛЯ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ЗЕРНА УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

К. Е. Булатов, С. Ю. Сторожак

Волгоградский государственный аграрный университет

Статья посвящена определению направления и силы основных факторов, влияющих на степень обеззараживания зерна ультрафиолетовым излучением при помощи системно-когнитивного анализа, реализованного в интеллектуальной системе Aidos.

Ключевые слова: обеззараживание зерна, система Aidos, ультрафиолетовое излучение.

Article is devoted to definition of the direction and force of the major factors influencing extent of disinfecting of grain ultra-violet radiation by means of the system and cognitive analysis realized in the intellectual Aidos system.

Keywords: Grain disinfecting, Aidos system, ultra-violet radiation.

Для обеззараживания зерно и другие сыпучие продукты обрабатывают ультрафиолетовым излучением с непрерывным спектром в диапазоне длин волн от 185 до 400 нм. В процессе обработки продукты перемещаются относительно источника излучения. Длительность импульсов излучения составляет от 1 мкс до 10 мс, а плотность импульсной мощности излучения на обрабатываемом продукте составляет не менее 100 кВт/м². В качестве источника ультрафиолетового излучения обычно применяют импульсные газоразрядные лампы, подключенные к блоку питания с емкостным накопителем, зарядным устройством и блоком поджига. При выполнении данного технологического процесса необходимо обеспечить глубокое обеззараживание сыпучих продуктов при сохранении их потребительских качеств.

Для обеспечения выполнения данного требования необходимо применять научные методы управления и прогнозирования. Однако при этом необходимо учитывать специфику объекта управления, который характеризуется сложностью, нелинейностью и многофакторностью.

В настоящее время процесс обеззараживания сыпучих продуктов недостаточно исследован из-за отсутствия математических методов исследования моделей сложных многофакторных нелинейных объектов прогнозирования и управления.

Целью данной статьи является определение основных факторов и исследование метода определения силы и направления влияния данных факторов на возможность обеззараживания зерна потоком ультрафиолетового излучения при помощи системно-когнитивного анализа, который реализуется в интеллектуальной системе Aidos.

Согласно поставленной цели необходимо решить нижеследующие задачи, такие как:

- формализация предметной области исследования, т. е. разработка классификаторов шкал и их градаций;
- подготовка Excel-файла с эмпирическими данными, содержащими показатели, которые характеризуют степень обеззараживания семян пшеницы ультрафиолетовым излучением;
- синтез и верификация наиболее достоверной интеллектуальной модели;
- решение задачи по прогнозированию.

Математическая основа системы когнитивного (СК) анализа представляет собой теория информации, базирующаяся на теории множеств.

СК-анализ представлен в универсальной аналитической системе Aidos, являющейся отечественной универсальной разработкой системы искусственного интеллекта, которая находит применение в настоящее время. Система Aidos разработана Е. В. Луценко в 1979 г. для медицинской диагностики [1, с. 147].

Характерной особенностью программной системы Aidos представляется возможность применения широкого набора градаций, которых может быть задано различное количество по соответственно различным шкалам [2, с. 56]. Описательные шкалы системы определяют основные задаваемые параметры: влажность воздуха, высота слоя семян пшеницы, время облучения, плотность потока ультрафиолетового излучения, температура окружающей среды, и расстояние семян от источника облучения [3, с. 124].

Градации описательных шкал задаются в виде термов: «низкая», «средняя», «высокая». Они образуют матрицу:

$$A = [a_{i,j}] (i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}),$$

где n – число исследуемых объектов в обучающей выборке; m – число факторов, воздействующих на состояния объекта; $[a_{i,j}] \in \{n, s, h\}$ – обозначения термов описательных шкал.

В качестве классификационной шкалы используется «степень обеззараживания», которая содержит градации: «низкая», «ниже средней», «средняя», «выше средней», «высокая».

Градации классификационной шкалы обучающей выборки образуют вектор

$$T = \begin{bmatrix} t_1 \\ t_2 \\ \dots \\ t_i \\ \dots \\ t_n \end{bmatrix},$$

где $t_i \in \{n, ns, s, hs, h\}$ – обозначения термов классификационной шкалы.

Степень обеззараживания семян ультрафиолетовым излучением зависит от следующих параметров: влажности зерна, высоты слоя зерна, времени облучения, плотности потока УФС, температуры окружающей среды, и расстояния от источника. Степень обеззараживания задается в виде градаций классификационной шкалы: «высокая», «выше среднего», «средняя», «ниже среднего» и «низкая». Основные параметры задаются в виде нечетких множество писательной шкалы, содержащих термы: «высокая», «средняя» и «низкая» [4, с. 201].

Для выполнения моделирования в системе Aidos составлена база правил вида: if (влажность зерна is «высокая») and (высота слоя зерна is «высокая») and (время облучения is «малое») and (плотность потока УФС is «малое») and (температура окружающей среды is «низкое»), and (расстояние от источника is «высокое») then степень обеззараживания is «низкое»).

Пример базы правил приведен в таблице 1.

Таблица 1

Пример базы правил

<i>NAME</i>	<i>Степень обеззараживания</i>	<i>Влажность</i>	<i>Высота слоя зерна</i>	<i>Время излучения</i>	<i>Плотность потока УФС</i>	<i>Температура</i>	<i>Расстояние от источника</i>
Exemp1	в	н	н	д	в	в	н
Exemp2	в	н	н	д	в	в	н
Exemp3	н	в	с	к	н	н	в

С целью построения семантической информационной модели оценки степени обеззараживания семян пшеницы ультрафиолетовым излучением сформирована обучающая выборка в виде Excel-файла, отображающая 40 вариантов облучения семян. В СК-анализе использовалось 7 моделей знаний INF1-INF7, а для верификации моделей и решения задачи идентификации и прогнозирования предусмотрены два интегральных критерия сходства: «Семантический резонанс знаний» и «Сумма знаний» [4, с. 201]. При выполнении верификации моделей INF1-INF7 выявлена модель INF7, имеющая наивысшую достоверность идентификации и неидентификации объектов.

Определены интегральные критерии сходства экземпляров с градациями класса «Степень обеззараживания», значения критериев сходства

составило не менее 75 %. При помощи системы Aidos получены результаты SWOT-анализа для градаций «высокая», «вышесреднего», «средняя», «ниже среднего» и «низкая» класса «степень обеззараживания».

На основании SWOT-анализа установлена сила влияния основных определяющих факторов для достижения степени обеззараживания «высокая» являются: температура окружающей среды «высокая» – 53,641; высота слоя зерна «низкая» – 51,261; плотность потока УФС «высокая» – 45,378; влажность «низкая» – 44,118; расстояние от источника «низкое» – 44,118; время облучения «длительное» – 39,356. Изменяя данные параметры с учетом приоритета их влияния можно достичь высокой степени обеззараживания семян пшеницы ультрафиолетовым излучением.

Система Aidos, а также применяемая методика являются адекватным инструментом для проведения оценки влияния основных факторов на степень обеззараживания семян пшеницы ультрафиолетовым излучением.

Список литературы

1. Горпинченко К. Н., Луценко Е. В. Прогнозирование и принятие решений по выбору агротехнологий в зерновом производстве с применением методов искусственного интеллекта (на примере СК-анализа) : монография. Краснодар : КубГАУ. 2013.
2. Луценко Е. В., Орлов А. И. Когнитивные функции как обобщение классического понятия функциональной зависимости на основе теории информации в АСК-анализе и системной нечеткой интервальной математике // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 95 (01). С. 56–62.
3. Рябцев В. Г. Применение интеллектуальной системы «AIDOS» для прогнозирования электробезопасности в АПК // Стратегические ориентиры инновационного развития АПК в современных экономических условиях : материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград, 27–29 января 2016 г. Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2016. С. 124–127.
4. Костычев К. В., Сторожаков С. Ю., Ивушкин Д. С. Электрофизические способы предпосевной обработки семян озимой пшеницы // Центр научной мысли : материалы XXIX Международной научно-практической конференции. М. : Перо, 2017. С. 199–203.

УДК 631.4:631.61

К ОБОСНОВАНИЮ ПОЛИВНОГО РЕЖИМА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Л. И. Высочкина, А. И. Жерлицын

Ставропольский государственный аграрный университет

Статья посвящена рассмотрению проблемы влагообеспечения сельскохозяйственных культур исходя из срока вегетации и накопления влаги в почве при проведении влагозарядкового полива.

Ключевые слова: поливной режим, влажность почвы, корневая система, кормопроизводство.